



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ζωολογία II

Ενότητα 2^η. Αμφίβια

**Ρόζα – Μαρία Τζαννετάτου Πολυμένη,
Επίκουρη Καθηγήτρια
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας**

Μετακίνηση προς την ξηρά

- Συνταρακτικό γεγονός.
- Μετατροπές σε κάθε οργανισμικό σύστημα.
- Όμως πολλές λειτουργικές και δομικές ομοιότητες μεταξύ χερσαίων και υδρόβιων Σπονδυλοζώων.
- Ομοια πορεία από το νερό στην ξηρά κατά τη φυλογένεση και την οντογένεση.



Βασικές διαφορές μεταξύ νερού και χέρσου 1/2

1. **Περιεκτικότητα σε οξυγόνο.** 20 φορές αφθονότερο στον αέρα και καλύτερα διαχεόμενο.
2. **Πυκνότητα.** 1000 φορές μικρότερη πυκνότητα άνωσης στον αέρα σε σύγκριση με το νερό και 50 φορές μικρότερο ιξώδες.



Βασικές διαφορές μεταξύ νερού και χέρσου 2/2

3. Ρύθμιση θερμοκρασίας. Μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον αέρα σε σύγκριση με το νερό. Απαιτούνται ειδικές συμπεριφορικές και φυσιολογικές στρατηγικές.

4. Ποικιλία ενδιαιτημάτων. Πληθώρα ασφαλών καταφυγίων για αυγά και νεαρά άτομα.



Μονοφυλετική ομάδα Τετράποδα:

1. Αμφίβια 2. Αμνιωτά 1/3

- Δεβόνιο 400 εκατ. χρόνια πριν, ήπιες θερμοκρασίες και εναλλαγή υγρών – ξηρών περιόδων. Περιβάλλον γλυκών νερών ασταθές.
- Εμφάνιση δύο σημαντικών για την εξέλιξη χαρακτηριστικών: πνεύμονες και άκρα.



Μονοφυλετική ομάδα Τετράποδα:

1. Αμφίβια 2. Αμνιωτά 2/3

- Εξάτμιση νερόλακκων, έλλειψη οξυγόνου, επιβίωση ψαριών με δυνατότητα χρησιμοποίησης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου.
- Υπαρξη πρωτόγονων πνευμόνων ως απόφυση του φάρυγγα σε όλα τα ψάρια του Δεβονίου. (Σαρκοπτερύγιοι, Δίπνοοι).
- Βελτίωση της αγγείωσης της κοιλότητας και αύξηση παροχής αρτηριακού αίματος από το 6^ο αορτικό τόξο.
- Οξυγονομένο αίμα στην καρδιά μέσω της πνευμονικής φλέβας: πλήρης πνευμονική κυκλοφορία, διπλή κυκλοφορία σωματική και πνευμονική.



Μονοφυλετική ομάδα Τετράποδα:

1. Αμφίβια 2. Αμνιωτά 3/3

- Αρχή Δεβονίου εμφάνιση άκρων.
- Ομολογία των πτερυγίων των Σαρκοπτερύγιων και των πρώιμων Αμφιβίων.
- Τελικώς, πενταδακτυλικό πρότυπο.



Θεωρίες για την μετάβαση στην ξηρά 1/2

1. Romer: Κατά την ξηρασία μετακίνηση των υδρόβιων Σπονδυλοζώων για εύρεση νερού.

Χρήση των πτερυγίων των Σαρκοπτερύγιων ιχθύων ως προωθητικά κουπιά. Αρα η βαθμιαία ανάπτυξη των άκρων τρόπος για την επιβίωση στο νερό.

2. Άλλη άποψη: Εξέλιξη των άκρων των Τετραπόδων μέσα στο νερό και στη συνέχεια, άγνωστο γιατί, η έξοδος στην ξηρά.

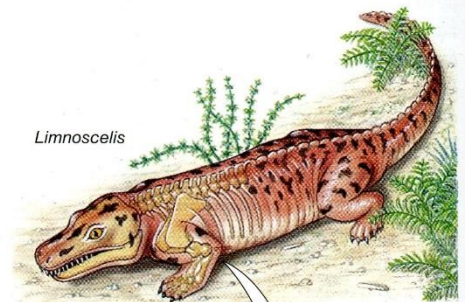
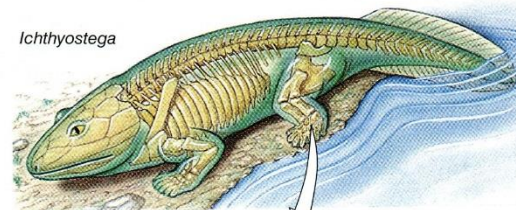
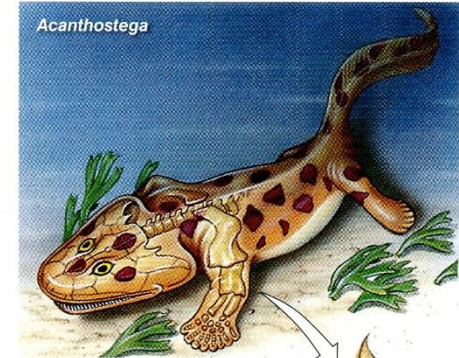
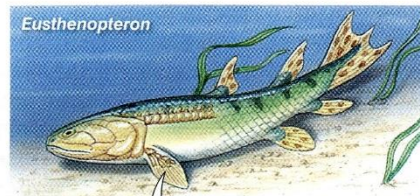


Θεωρίες για την μετάβαση στην ξηρά 2/2

- Προέλευση των πρώιμων Τετραπόδων (Acanthostega, Ichthyostega) από τους Σαρκοπτερύγιους.
- Κοινά χαρακτηριστικά: πλήρης ουρά με πτερυγιακές ακτίνες και βραγχιακά επικαλύμματα.
- Προσαρμογές για τη ζωή στη χέρσο:
- Αρθρωτά άκρα, ισχυροποιημένη σπονδυλική στήλη, μυϊκό (ανύψωση κεφαλής, σώματος), ωμική και πυελική ζώνη, θωρακικός κλωβός, σύνθετη δομή αυτιού, βραχύτερο κρανίο, επιμηκυμένο ρύγχος.



Εξέλιξη του τετραποδικού άκρου 1/3



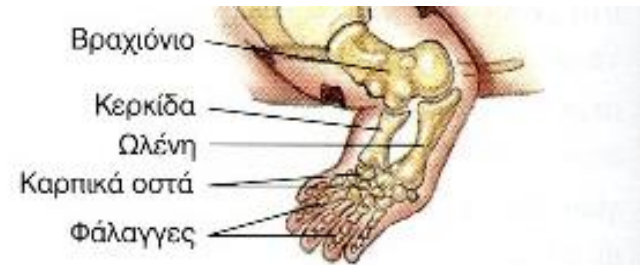
1



Εξέλιξη του τετραποδικού άκρου 2/3

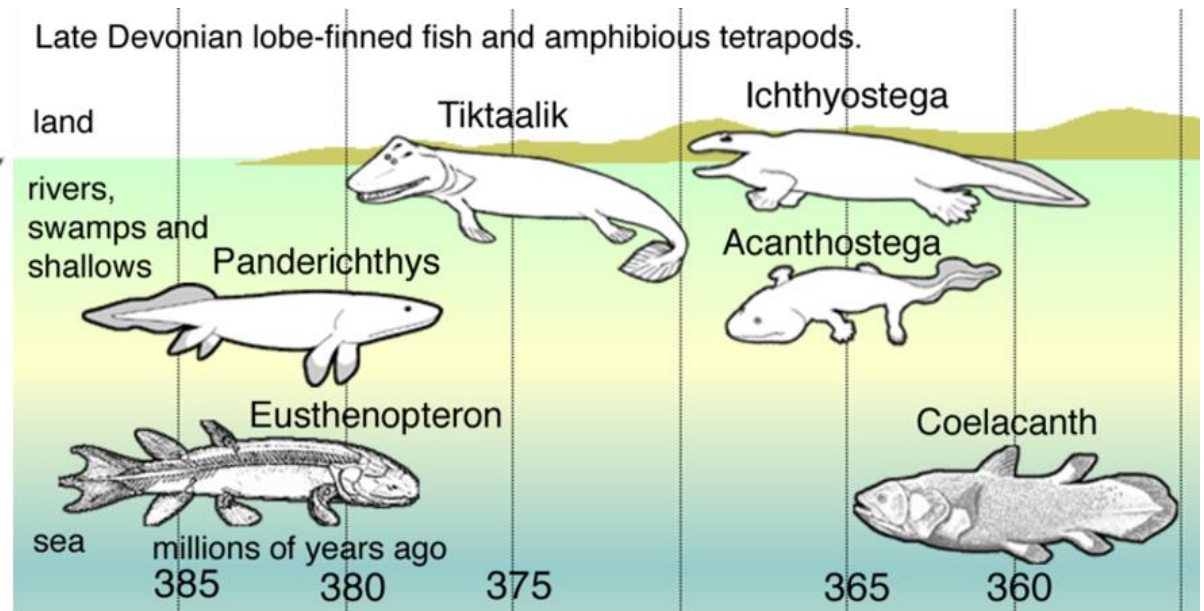
Εξέλιξη των άκρων των Τετραπόδων. Τα άκρα των Τετραπόδων προήλθαν από τα πτερύγια των παλαιοζωικών ψαριών. Το *Eusthenopteron*, ένα ψάρι της ανωτέρου Δεβονίου περιόδου με λοβωτά πτερύγια (ριπιδίστιοι), είχε ζεύγος μυϊκών πτερυγίων, τα οποία υποστηρίζονταν από οστέινα στοιχεία που προδιέγραφαν τα οστά των άκρων των Τετραπόδων. Το πρόσθιο πτερύγιο περιελάμβανε ένα οστό του άνω (ή προσθίου) άκρου (βραχιόνιο),

δύο οστά του αντιβραχίου (ωλένη και κερκίδα) και μικρότερα στοιχεία ομόλογα των οστών του καρπού των Τετραπόδων. Όπως τυπικά συμβαίνει στα ψάρια, η ωμική ζώνη, αποτελούμενη από το κλείθρο, την κλείδα και άλλα οστά, ήταν σταθερά συνδεδεμένη με το κρανίο. Στην *Acanthostega*, ένα από τα πιο αρχέγονα γνωστά Τετράποδα της Δεβονίου περιόδου (το οποίο εμφανίστηκε περίπου 360 εκατομμύρια έτη πριν), οι δερματικές ακτίνες του πτερυγίου στο πρόσθιο εξάρτημα αντικαταστάθηκαν από οκτώ πλήρως εξελιγμένα δάκτυλα. Η *Acanthostega* ήταν πιθανώς αποκλειστικά υδρόβιος οργανισμός επειδή τα άκρα της ήταν πολύ αδύναμα για να μετακινείται στην ξηρά. Η *Ichthyostega*, σύγχρονη της *Acanthostega*, είχε πλήρως σχηματισμένα άκρα Τετραπόδων και πρέπει να ήταν ικανή να βαδίζει στην ξηρά. Τα οπίσθια άκρα έφεραν επτά δάκτυλα (ο αριθμός των δακτύλων του προσθίου άκρου είναι άγνωστος). Το *Limnoscelis*, ένα ανθρακοσαύριο της Λιθανθρακοφόρου περιόδου (περίπου 300 εκατομμύρια έτη πριν) είχε πέντε δάκτυλα και στα πρόσθια και στα οπίσθια άκρα, το βασικό πενταδακτυλικό πρότυπο, το οποίο κατέστη τυπικό των Τετραπόδων.



Εξέλιξη του τετραποδικού άκρου 3/3

Tiktaalik



Ichthyostega

- Ο καλύτερα μελετημένος πρόγονος των τετραπόδων.
- Οστά για πρώτη φορά στη Γροιλανδία 1897 από Σουηδούς.
- **Grunnar Save-Soderberg** πρώτος μελετητής.
- Μαθητής του ο **Eric Javrik** έδωσε την λεπτομερέστερη περιγραφή παλαιοζωικού τετραπόδου.
- Δημοσιεύθηκε το 1996.

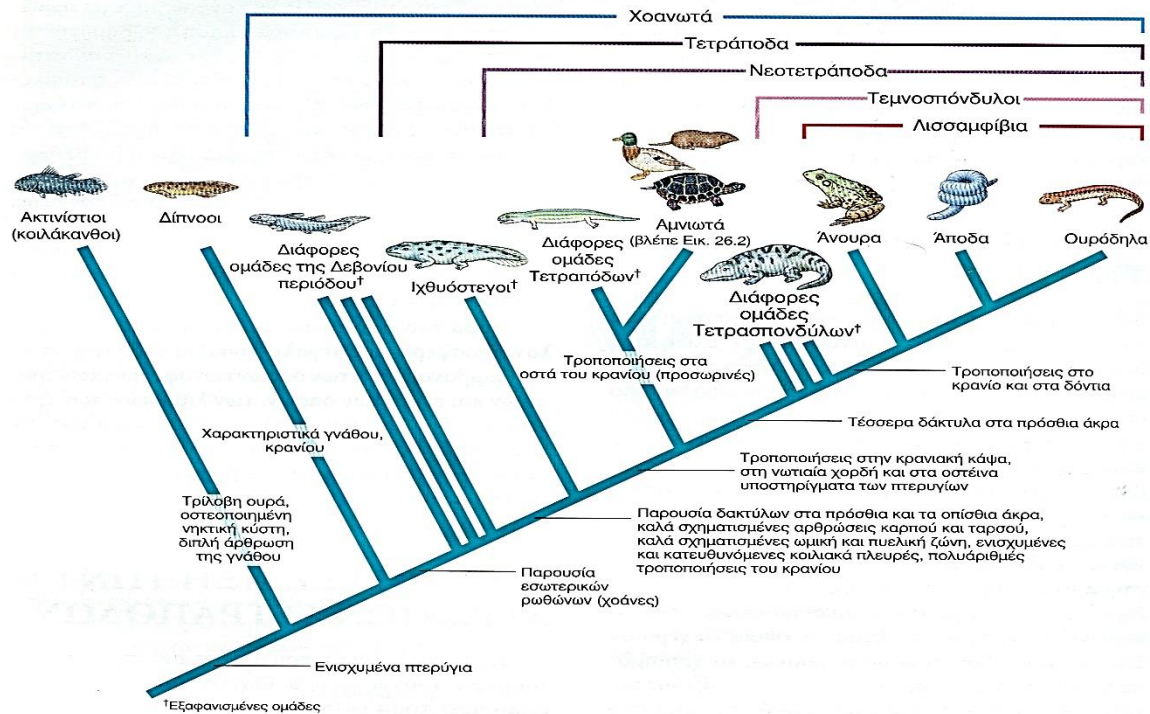


Διαφοροποίηση Τετραπόδων κατά το Λιθανθρακοφόρο

- Αντικρουόμενες οι εξελικτικές σχέσεις των πρώτων ομάδων Τετραπόδων.
- Οι Τεμνοσπόνδυλοι περιλαμβάνουν και τα Λισσαμφίβια (4 δάχτυλα στα εμπρός πόδια).
- Πρόγονοι των τριών ομάδων σύγχρονων 'Αμφιβίων Ανούρων, Ουρόδηλων και 'Αποδων.
- Λεποσπόνδυλοι και Ανθρακοσαύρια πλησιέστερα στα Αμνιωτά.



Κλαδόγραμμα των Τετραπόδων με έμφαση στην καταγωγή των Αμφιβίων

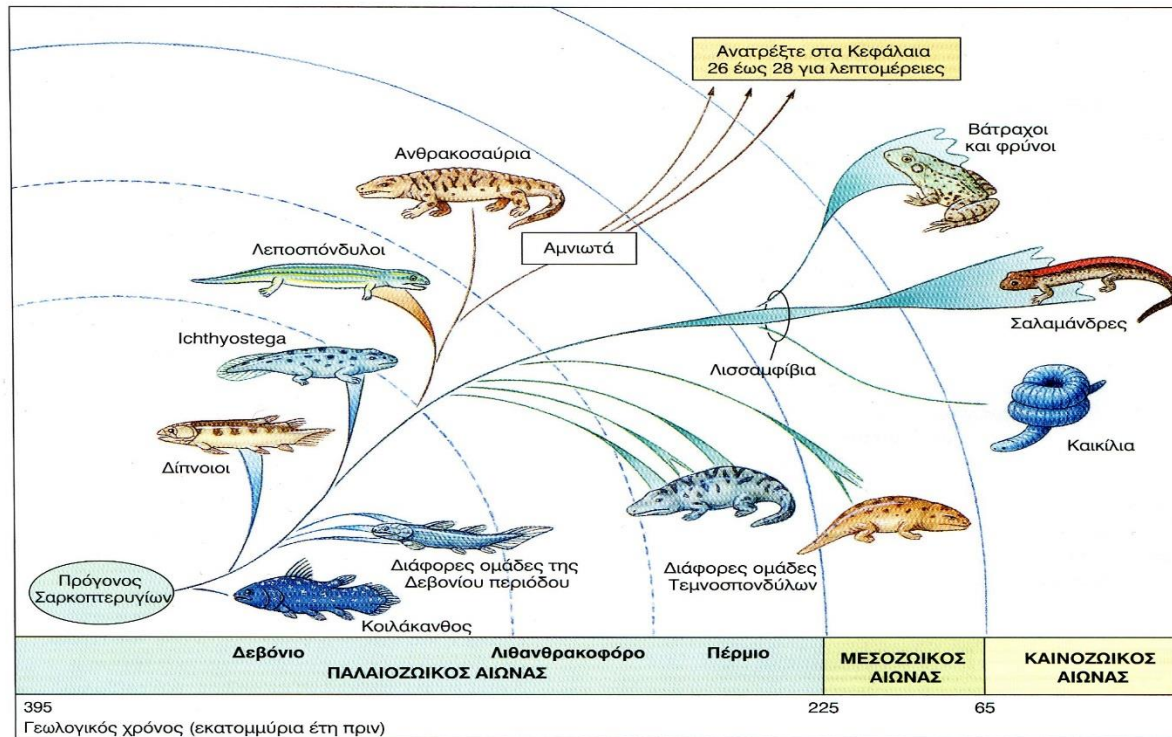


Εικόνα 25.1

Προσωρινό κλαδόγραμμα των Τετραπόδων με έμφαση στην καταγωγή των Αμφιβίων. Οι σχέσεις των μεγάλων ομάδων των Τετραπόδων (Αμνιώτα, Τεμνοσπόνδυλοι και διάφορες άλλες ομάδες Τετραπόδων) με τις παροομάδες (Ακτινίστιοι, Δίπνιοι, εξαφανισμένες ομάδες της Δεβονίου) είναι εξαιρετικά αμφιλεγόμενες. Ωστόσο, όλες οι απόψεις αυτού του κλαδογράμματος είναι αμφιλεγόμενες συμπεριλαμβανομένων και των σχέσεων των Λισσαμφιβίων με τις υπόλοιπες ομάδες. Οι σχέσεις που παρουσιάζονται για τις τρεις ομάδες των Λισσαμφιβίων βασίζονται σε μοριακά δεδομένα. Οι εξαφανισμένες ομάδες υποδεικνύονται με το σημείο (†).



Πρώιμη εξέλιξη των Τετραπόδων και καταγωγή των Αμφιβίων



Εικόνα 25.3

Πρώιμη εξέλιξη των Τετραπόδων και καταγωγή των Αμφιβίων. Τα Τετράποδα μοιράζονται περισσότερο πρόσφατα κοινά προγονικά χαρακτηριστικά με διάφορες ομάδες της Δεβονίου περιόδου. Τα Αμφίβια μοιράζονται περισσότερο πρόσφατους κοινούς προγονικούς χαρακτήρες με διάφορες ομάδες των Τεμνοσπονδύλων της Λιθανθρακοφόρου και της Περμίου περιόδου του Παλαιοζωικού αιώνα και της Τριαδικής περιόδου του Μεσοζωικού αιώνα.

5



Βιολογικές Καινοτομίες

- Ισχυρός Σκελετός. Τυπικό άκρο – χειρίδιο.
- Πνεύμονες – ένα ζεύγος εσωτερικών ρωθώνων.
- Διπλή κυκλοφορία. Τρίχωρη καρδιά. Πνευμονικές αρτηρίες και φλέβες.
- Τυμπανική μεμβράνη.
- Βλέφαρα και δακρυϊκοί αδένες.
- Οσφρητικό επιθήλιο.



Χαρακτηριστικά των σύγχρονων Αμφιβίων 1/2

1. Ισχυρός σκελετός οστέινος. Ποικίλος αριθμός σπονδύλων.
2. Διαφοροποίηση του σχήματος του σώματος ανάλογα με τις τάξεις.
3. Τέσσερα άκρα συνήθως. Τέσσερα δάκτυλα εμπρός και πέντε πίσω.
4. Δέρμα λείο, υγρό , αδενώδες.
5. Στόμα μεγάλο, μικρά δόντια, χαρακτηριστική γλώσσα. Οι δύο ρώθωνες ανοίγουν στο εμπρός μέρος της στοματικής κοιλότητας.

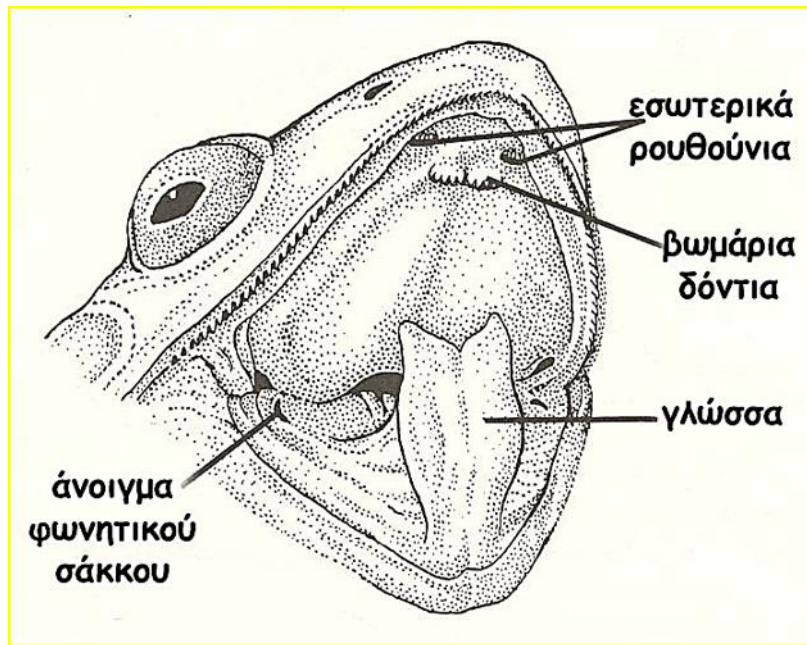


Χαρακτηριστικά των σύγχρονων Αμφιβίων 2/2

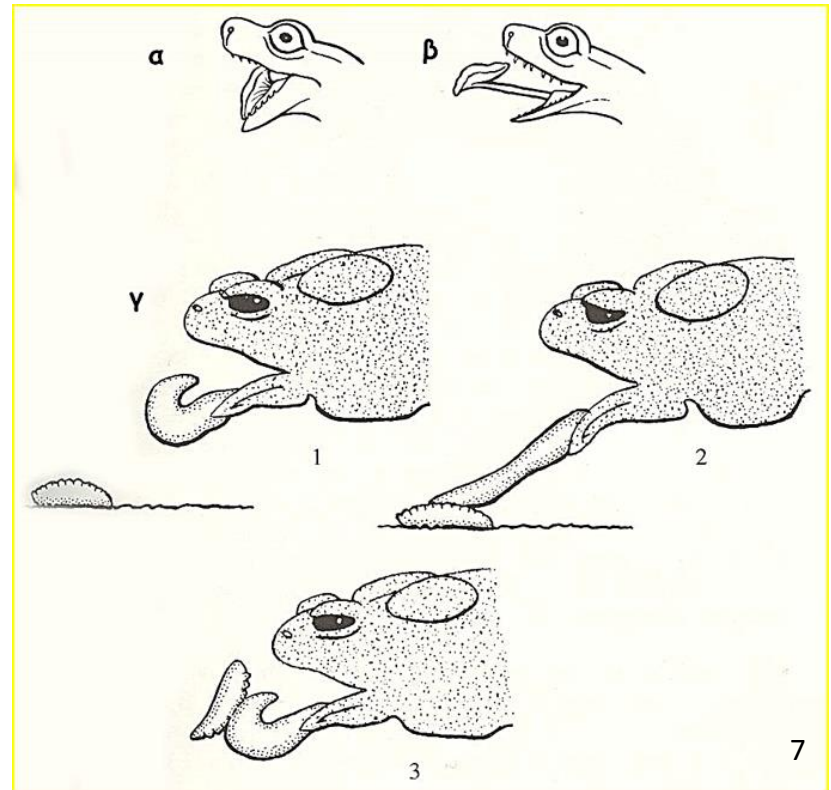
6. Αναπνοή με πνεύμονες, με το δέρμα και με τα βράγχια.
7. Τρίχωρη καρδιά. Διπλή κυκλοφορία.
8. Εξώθερμα.
9. Νεφροί μεσονεφρικού τύπου. Κύριο αζωτούχο απέκκριμα, η ουρία.
10. Δέκα ζεύγη κρανιακών νεύρων.
11. Γονοχωριστικά. Εξωτερική γονιμοποίηση στα Άνoura, εσωτερική στα Ουρόδηλα. Ωοτοκία, ζωοτοκία και ωζωτοκία. Μεταμόρφωση.



Γλώσσες Αμφιβίων



6



7



Θέση φωνητικών σάκων



8



9



10



Αρτίγονα Αμφίβια

- Περισσότερα από 6.000 είδη
- Γενικές προσαρμογές για τη διαβίωση στη χέρσο συνήθως για μέρος μόνο της ζωής τους: υδρόβια αυγά, υδρόβιες προνύμφες, μεταμόρφωση με απώλεια βραγχίων και ενεργοποίηση των πνευμόνων.
- ΟΙ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ ΠΡΟΪΠΑΡΧΟΥΝ ΣΕ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΜΟΡΦΗ ΑΠΌ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΣΤΙΓΜΗ
- Πολλές διαφοροποιήσεις στον οντογενετικό κύκλο.
- Σχεδόν όλα τα είδη εξαρτώνται με κάποιο τρόπο από το νερό.



Καικίλια ή Γυμνοφίονα ή Άποδα 1/2



11



12



Καικίλια ή Γυμνοφίονα ή Άποδα 2/2

- 173 είδη περίπου.
- Τροπικά δάση Ν. Αμερικής, Αφρικής και Ν.Α. Ασίας.
- Μακρύ λεπτό σώμα. Κάποια με μικρές φολίδες στο δέρμα. Απουσία άκρων, πολλοί σπόνδυλοι, μακριές πλευρές, έδρα, μικρά μάτια. Τα ενήλικα συνήθως τυφλά. Αισθητήριες κεραίες στο ρύγχος. Κρυπτικά. Εσωτερική γονιμοποίηση. Το αρσενικό με προεξέχον συζευκτικό όργανο. Ωστόσο συνήθως, λίγα ζωοτόκα.



Τάξη Ουρόδηλα σαλαμάνδρες 1/2

- 553 είδη περίπου
- Βόρειες περιοχές της εύκρατης ζώνης.
- Σε όλη την ηπειρωτική Ελλάδα, στην Πελοπόννησο και στην Αττική.
- Συνήθως μήκος έως 15 cm.
- Σαρκοφάγα



Τάξη Ουρόδηλα σαλαμάνδρες 2/2



13



14

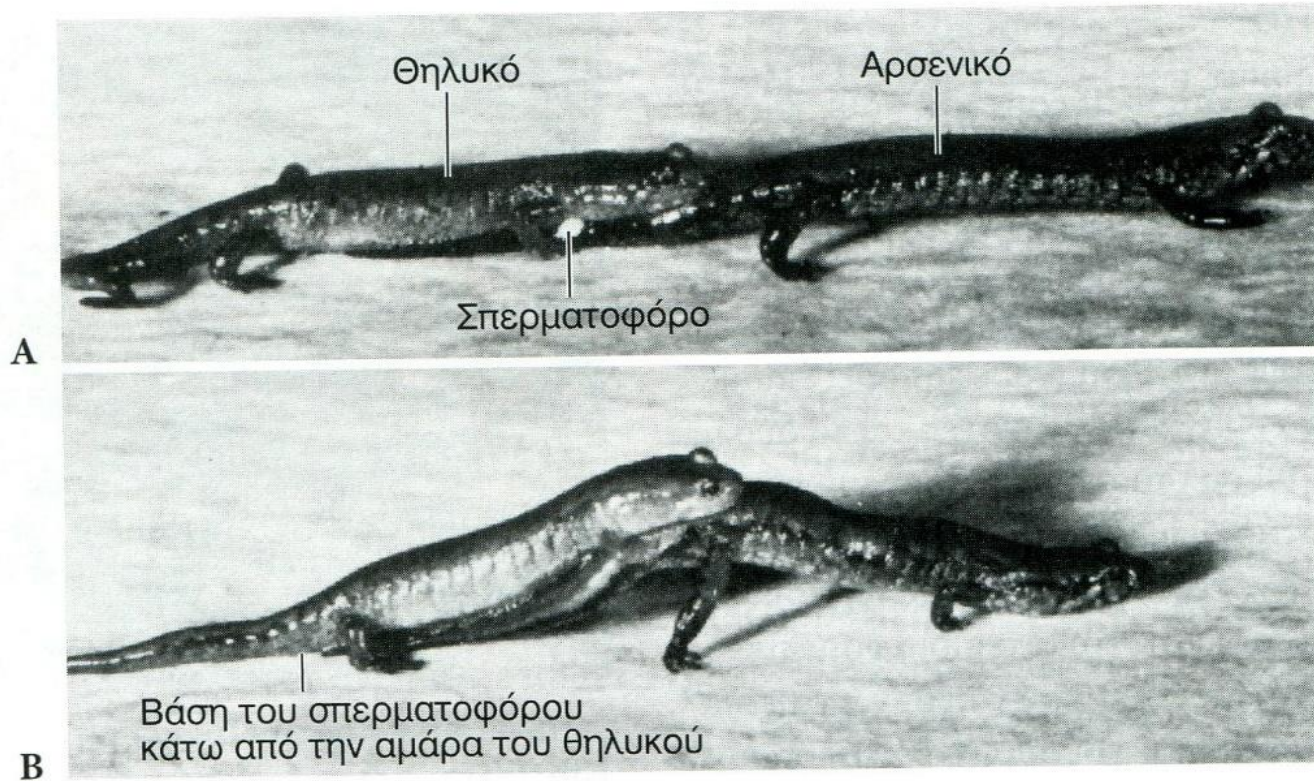


Αναπαραγωγική συμπεριφορά 1/3

- Οι περισσότερες σαλαμάνδρες μεταμορφώνονται. Υδρόβιες προνύμφες, χερσαία ενήλικα.
- Κάποια είδη υδρόβια σε όλη τη ζωή τους
- Κάποια άλλα χερσόβια.
- Ωοτόκες, ωοζωοτόκες, ζωοτόκες.



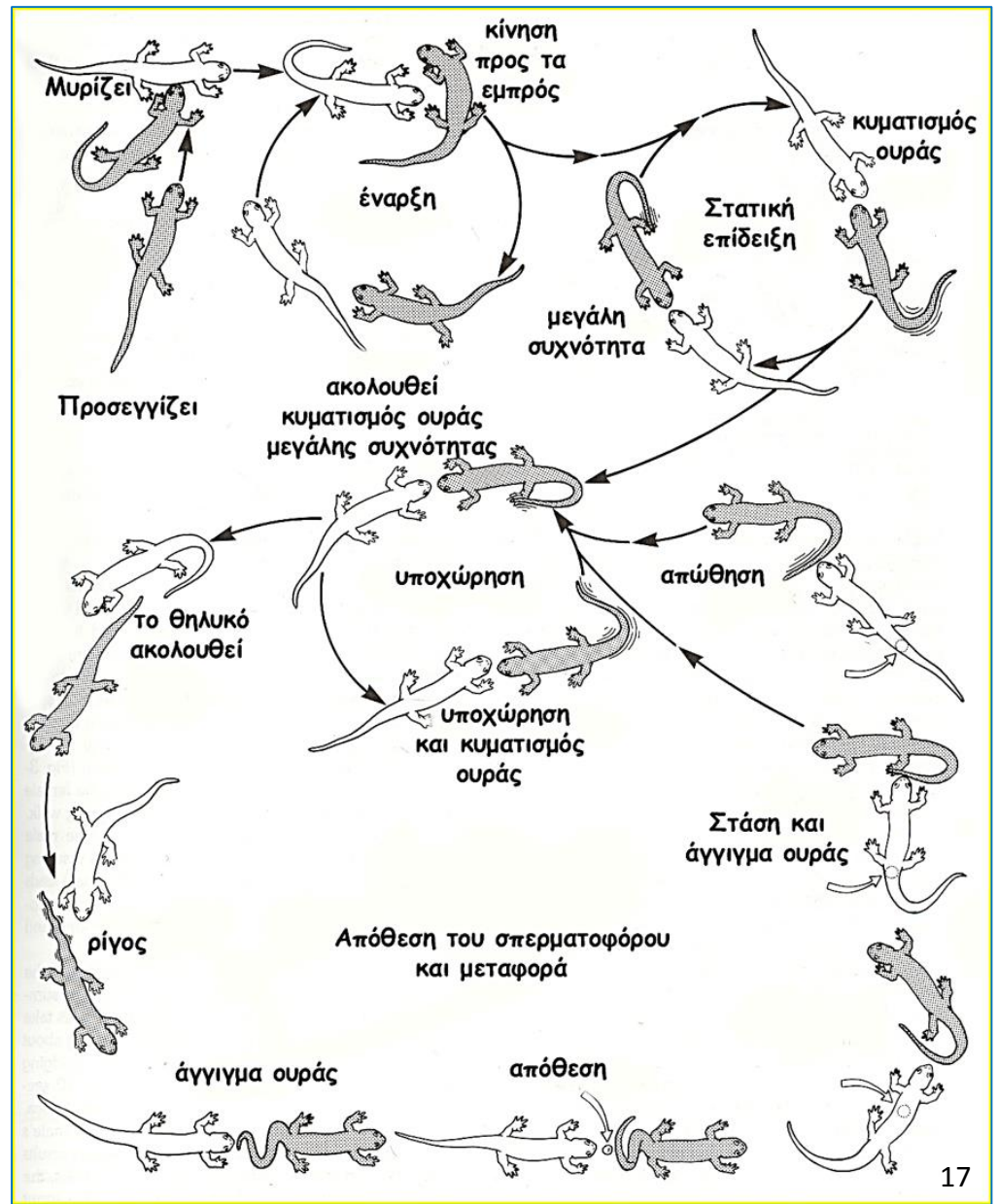
Αναπαραγωγική συμπεριφορά 2/3



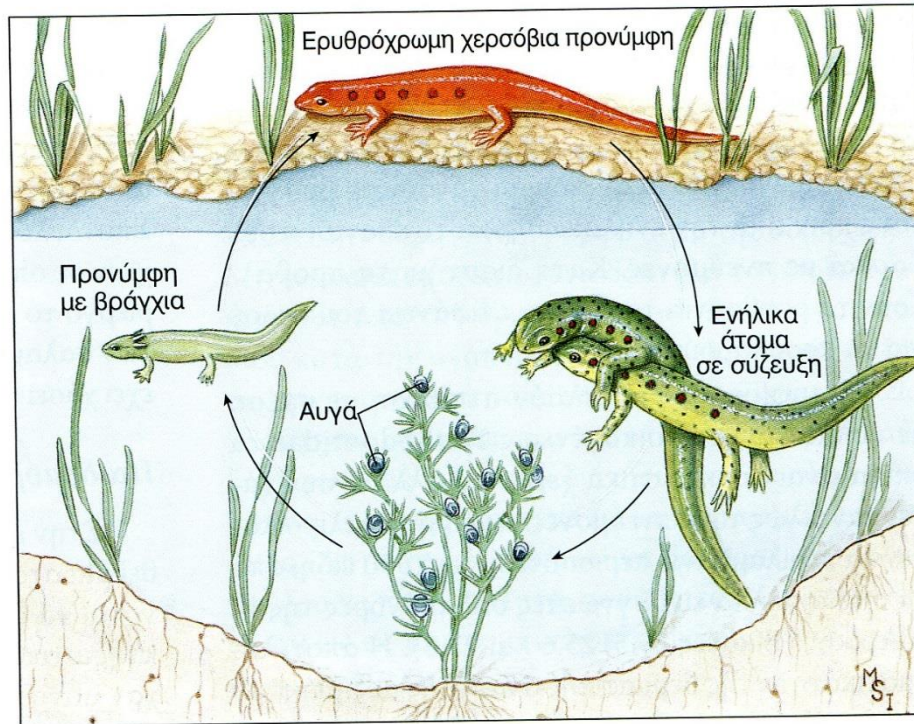
15



Αναπαραγωγική συμπεριφορά 3/3



Ο κύκλος ζωής ενός τρίτωννα



Εικόνα 25.7

Η ιστορία της ζωής ενός τρίτωννα με κόκκινες βούλες, του *Notophthalmus viridescens* της οικογένειας Salamandridae. Σε πολλά ενδιαυτήματα η υδρόβια προνύμφη μεταμορφώνεται σε ένα στάδιο με έντονο κόκκινο χρώμα, το οποίο παραμένει στην ξηρά για ένα έως τρία χρόνια πριν μετατραπεί σε δευτερογενώς υδρόβιο ενήλικο.

16



Αναπνοή

- Ποικιλία αναπνευστικών μηχανισμών.
- Πνεύμονες παρόντες από τη στιγμή της γέννησης.
- Πνεύμονες-Χερσόβιες σαλαμάνδρες
- Βράγχια-Υδρόβιες



Αμφίουροι Οικ. Amphiumidae

- Αποκλειστικά υδρόβιος κύκλος ζωής με πολύ περιορισμένη μεταμόρφωση.
- Πριν την ενηλικίωση απώλεια βραγχίων και αναπνοή με πνεύμονες (αναδύονται κατά διαστήματα στην επιφάνεια).



Αμφίουροι Οικ. Plethodontidae

- Αποκλειστικά χερσόβια με πλήρη απώλεια των πνευμόνων. Εξαιρετικά αποτελεσματική δερματική αναπνοή – λεπτή επιδερμίδα, πολλά τριχοειδή, στοματο-φαρυγγική αναπνοή.
- Ωρισμένα είδη έχουν προνύμφες με βράγχια, άλλα είναι νεοτενικά .

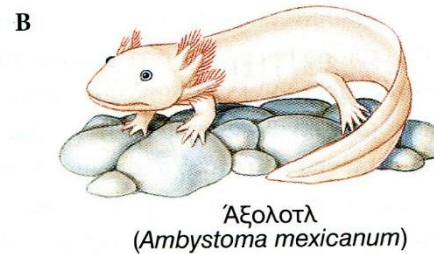
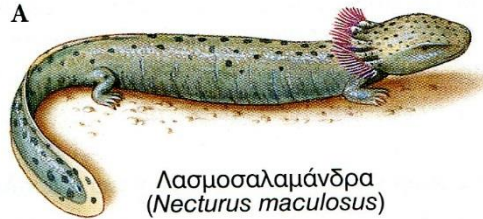


Παιδομόρφωση

- Σταθερή φυλογενετική τάση: διατήρηση στην ενήλικη φάση χαρακτήρων που στους προγόνους υπήρχαν μόνο στο προνυμφικό στάδιο.
- Η σαφέστερη και πλέον κοινή μορφή παιδομόρφωσης όταν άτομα ωριμάζουν γεννητικά διατηρώντας προνυμφικά χαρακτηριστικά.



Παιδομόρφωση στις σαλαμάνδρες



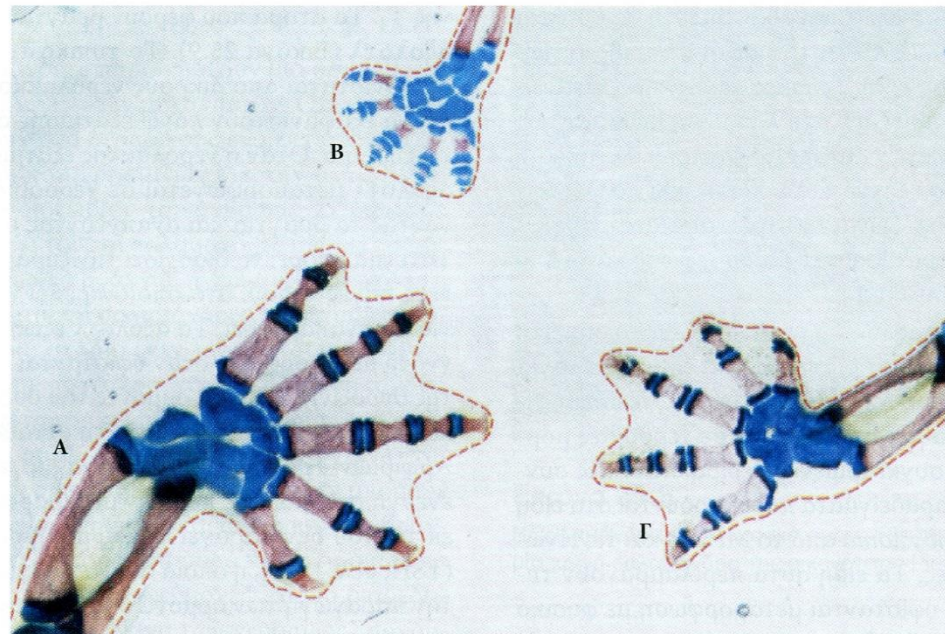
Εικόνα 25.9

Παιδομόρφωση στις σαλαμάνδρες. **A**, Η λασποσαλαμάνδρα *Necturus* sp. είναι μία αειβραγχιωτή (με μόνιμα βράγχια) υδρόβια μορφή. **B**, Ένα άξολοτλ (*Ambystoma mexicanum*) μπορεί να διατηρήσει μόνιμως τα βράγχια ή να μεταμορφωθεί σε χερσόβια μορφή, η οποία χάνει τα βράγχια και αναπτύσσει πνεύμονες, στην περίπτωση που εξατμισθεί το νερό του ενδιαίτηματός του. Το άξολοτλ της εικόνας είναι μία αλφική μορφή, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως σε εργαστηριακά πειράματα, αλλά δε συναντάται συχνά στους φυσικούς πληθυσμούς.

18



Σαλαμάνδρα γένους *Bolitoglossa* : δομή ποδιού



Εικόνα 25.10

Δομή του ποδιού αντιπροσώπων τριών διαφορετικών ειδών της τροπικής σαλαμάνδρας του γένους *Bolitoglossa* (οικογένεια Plethodontidae). Αυτά τα δείγματα έχουν υποστεί χημική κατεργασία για την απομάκρυνση του δέρματος και των μυών και για τη χρώση των οστών με κόκκινο/ροζ χρώμα και του χόνδρου με μπλε. Τα είδη που έχουν τα πιο οστεοποιημένα και διακριτά δάκτυλα (Α, Γ) ζουν κυρίως στο έδαφος του δάσους. Το είδος που έχει το κωπήμορφο (που μοιάζει με κουπί) πόδι, αποτέλεσμα περιορισμένης ανάπτυξης των δακτύλων (Β), σκαρφαλώνει σε λεία φύλλα ή μίσχους χρησιμοποιώντας την επιφάνεια του ποδιού για να προκαλέσει αναρρόφηση ή προσκόλληση για καλύτερο κράτημα. Το κωπήμορφο πόδι εξελίχθηκε μέσω παιδομόρφωσης. Προήλθε εξελικτικά από ακρωτηριαστική ανάπτυξη του σώματος, η οποία αποτρέπει την πλήρη ανάπτυξη των δακτύλων.

19



Άνoura βάτραχοι και φρύνοι

Salientia Πηδητικά 1/2

- 5.300 είδη περίπου.
- Ιουρασικό 200 εκατ. χρόνια πριν.
- Ποικιλία ενδιαιτημάτων.
- Αποκλεισμός από πολικά και υποαρκτικά ενδιαιτήματα.



Άνoura βάτραχοι και φρύνοι

Salientia Πηδητικά 2/2

- Οικ. Ranidae.
- Οικ. Bufonidae.
- *Conraua goliath* 30cm.
- *Eleutherodactylus iberia* (Κούβα) και *Psyllophryne didactyla* (Βραζιλία) 1 cm.
- *Rana catesbeiana* 20 cm.
- *Xenopus laevis* αφρικανικός ονυχοφόρος βάτραχος.



Διαφορές από Ουρόδηλα

- Αυγά.
- Γυρίνοι φυτοφάγοι με συγκεκριμένη μορφολογία.
- Πλήρης διαφοροποίηση μορφολογική και λειτουργική από ενήλικα .
- Απουσία νεοτενίας .



Rana catesbeiana



Conraua goliath



21



Xenopus laevis



22



Ενδιαιτήματα Κατανομή

- Εύκρατες και τροπικές περιοχές πλην Ν. Ζηλανδίας και ωκεάνιων νησιών.
- Συχνά περιορίζονται σε συγκεκριμένες περιοχές.
- Μοναχικοί πλην περιόδου αναπαραγωγής.
- Χειμερία νάρκη.



Μείωση πληθυσμών

- Αγνωστοι και γνωστοί λόγοι.
- Υπεριώδης ακτινοβολία.
- Batrachochytrium .
- Εποχικές ξηρασίες.
- Μόνιμες αποξηράνσεις.
- Τυχαία γεγονότα.



Εχθροί, Λεία Αμυντικοί μηχανισμοί

- Πολυάριθμοι, εν δυνάμει, εχθροί.
- Ποικιλία λείας (μικροπανίδα εδάφους).

- Δερμικές εκκρίσεις.
- Χρωματισμοί.
- Αμυντικές στάσεις.

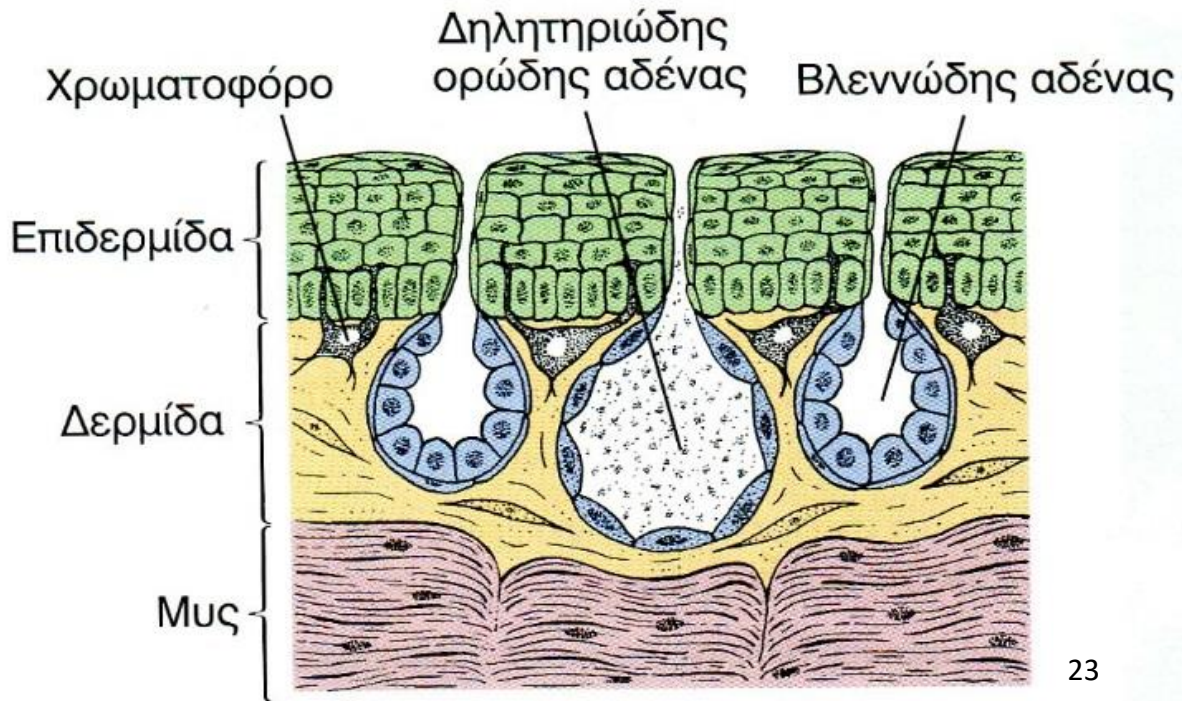


Σωματικό περίβλημα

- Δέρμα λεπτό, υγρό, χαλαρά συνδεδεμένο με το σώμα.
- **Επιδερμίδα** Εξωτερικό τμήμα περιέχει στρώματα κερατίνης: έκδυση.
- Εσωτερικό στρώμα παράγει δύο τύπους αδένων.
- Αναπτύσσονται μέσα στη **δερμίδα**.



Εγκάρσια τομή δέρματος βατράχου



23

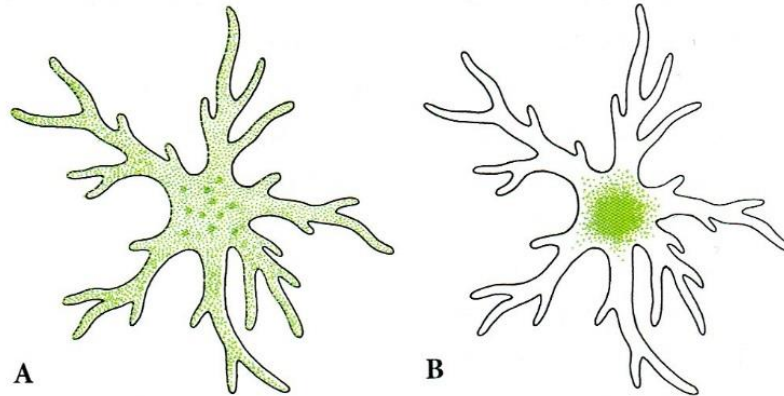


Χρωματισμός

- Χρώμα από τα **χρωματοφόρα**, διακλαδισμένα κύτταρα στη δερμίδα.
- Ξανθοφόρα.
- Ιριδοφόρα (ανακλαστικές επιφάνειες: έντονα χρώματα τροπικών βατράχων).
- Μελανοφόρα.
- Παραλλαγή .



Χρωματοφόρα κύτταρα



Εικόνα 25.16

Χρωματοφόρα κύτταρα. **A**, Διασκορπισμένη χρωστική. **B**, Συγκεντρωμένη χρωστική. Τα χρωματοφόρα κύτταρα δε διαστέλλονται, ούτε συστέλλονται. Τα χρωματικά αποτελέσματα παράγονται από τη ροή του κυτταροπλάσματος, το οποίο μεταφέρει κοκκία χρωστικής στις διακλαδώσεις του κυττάρου για το πιο έντονο χρωματικό αποτέλεσμα ή στο κέντρο του κυττάρου για το ελάχιστο δυνατό αποτέλεσμα. Η διασπορά ή η συγκέντρωση της χρωστικής ελέγχεται από φωτεινά ερεθίσματα, τα οποία ενεργούν μέσω μίας ορμόνης της υπόφυσης.

24



Ερειστικό σύστημα 1/3

- Εξειδίκευση μυοσκελετικού για άλματα και κολύμβηση.
- Απώλεια ευλυγισίας σπονδυλικής στήλης.
- Άκαμπτο πλαίσιο.
- Απώλεια σπονδύλων (9 σπόνδυλοι στον κορμό).
- Σύντηξη ουραίων:ουρόστυλο.



Ερειστικό σύστημα 2/3

- Μείωση βάρους κρανίου.
- Πλάτυνση πλευρικά.
- Μείωση αριθμού οστών.
- Μείωση βαθμού οστεοποίησης.
- Επιμήκυνση πρόσθιου μέρους κρανίου.
- Μείωση οπίσθιου.



Ερειστικό σύστημα 3/3

- Τρεις κύριες αρθρώσεις στα άκρα.
- Τετραδακτυλικό χειρίδιο.
- Πενταδακτυλικό πόδι.
- Ομολογία μυών των άκρων με Κροσσοπτερύγιους. Ασαφής η απόλυτη αντιστοίχιση.
- Πρόσθιο κοιλιακό μυϊκό σύστημα .
- Οπίσθιο ραχιαίο.

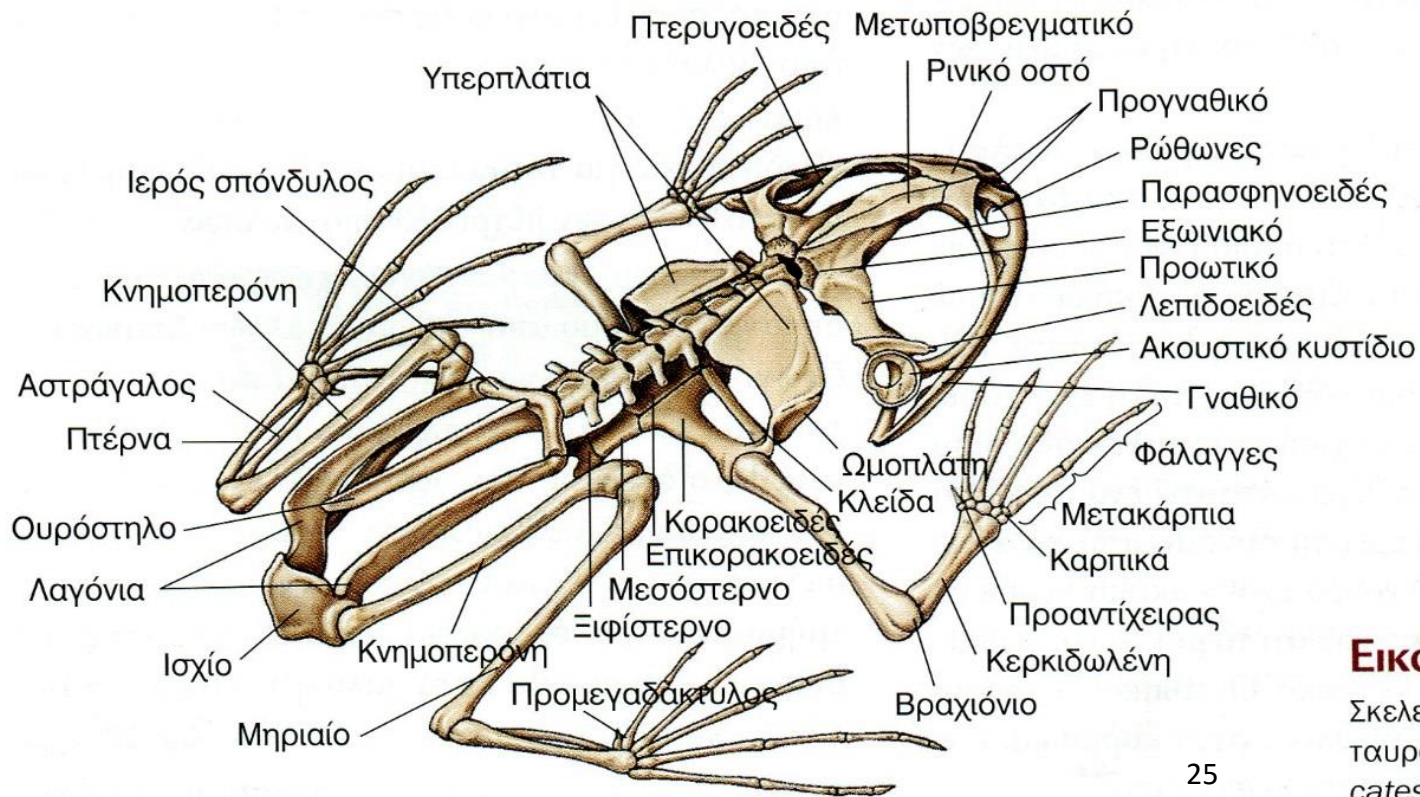


Μυϊκό σύστημα κορμού

- Ραχιαίοι επαξονικοί μύες στηρίζουν το κεφάλι και περιβάλλουν τη σπονδυλική στήλη.
- Κοιλιακοί υπαξονικοί υποστηρίζουν τα σπλάγχνα και φέρουν όλο το σωματικό βάρος (απουσία άνωσης).



Σκελετός του ταυροβάτραχου *Rana catesbeiana*



25

Εικόνα 25.18

Σκελετός ενός ταυροβατράχου, *Rana catesbeiana*.



Αναπνοή

Φωνητική λειτουργία 1/2

- Αναπνοή δερμική, στοματοφαρυγγική, **πνευμονική**.
- Τροφοδότηση πνευμόνων με οξυγόνο από πνευμονικές αρτηρίες (6^ο αορτικό τόξο).
- Πνεύμονες ελαστικοί ωοειδείς υποδιαιρούμενοι σε κυψελίδες.
- Μεγάλες κυψελίδες μικρή σχετική επιάνεια διαθέσιμη για ανταλλαγή αερίων.
- *Rana ripiens*: 20cm² ανά κυβ. εκ. περιεχόμενου αέρα.
- Άνθρωπος: 300cm² .



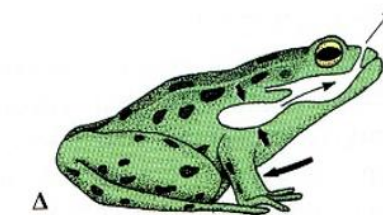
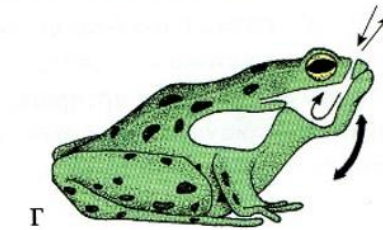
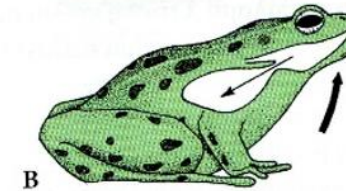
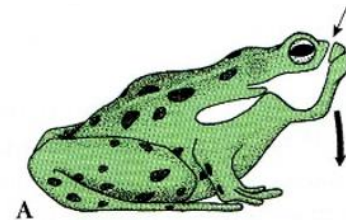
Αναπνοή

Φωνητική λειτουργία 2/2

- Σύστημα θετικής πίεσης.
- Φωνητικές χορδές στον λάρυγγα, καλύτερα ανεπτυγμένες στα αρσενικά άτομα.
- Παραγωγή ήχου με μετακίνηση του αέρα ώστε να πάλλονται οι χορδές μεταξύ πνευμόνων και φωνητικών σάκκων.
- Οι κοασμοί χαρακτηριστικοί των ειδών.



Η αναπνοή σε έναν βάτραχο



Εικόνα 25.19

Η αναπνοή σε ένα βάτραχο. Οι βάτραχοι, για να αναπνεύσουν χρησιμοποιούν σύστημα θετικής πίεσης, το οποίο γεμίζει τους πνεύμονες αναγκάζοντας τον αέρα να εισέλθει σε αυτούς. **A**, Το δάπεδο του στόματος έχει χαμηλώσει εισάγοντας τον αέρα μέσω των ρωθώνων. **B**, Με τους ρώθωνες κλειστούς και τη γλωττίδα ανοικτή, ο βάτραχος αναγκάζει τον αέρα να εισέλθει στους πνεύμονες ανασπώνοντας το δάπεδο του στόματος. **Γ**, Η στοματική κοιλότητα αερίζεται ρυθμικά για κάποιο χρονικό διάστημα. **Δ**, Οι πνεύμονες αδειάζουν με τη συστολή του μυϊκού συστήματος του σωματικού τοιχώματος και με την ελαστική επαναφορά των τοιχωμάτων τους.

26



Επιπλέον λύσεις για την Αναπνοή



27



28



Επιπλέον λύσεις για την Αναπνοή



Κυκλοφορικό σύστημα 1/2

- Τρίχωρη καρδιά.
- Πνευμονική κυκλοφορία ή μικρή.
- Πνευμονικές αρτηρίες (από μετατροπή του 6^{ου} αορτικού τόξου) τροφοδοτούν με αποξυγονομένο αίμα τους πνεύμονες, ανταλλαγή αερίων, οξυγονομένο αίμα στον αριστερό κόλπο μέσω πνευμονικών φλεβών.

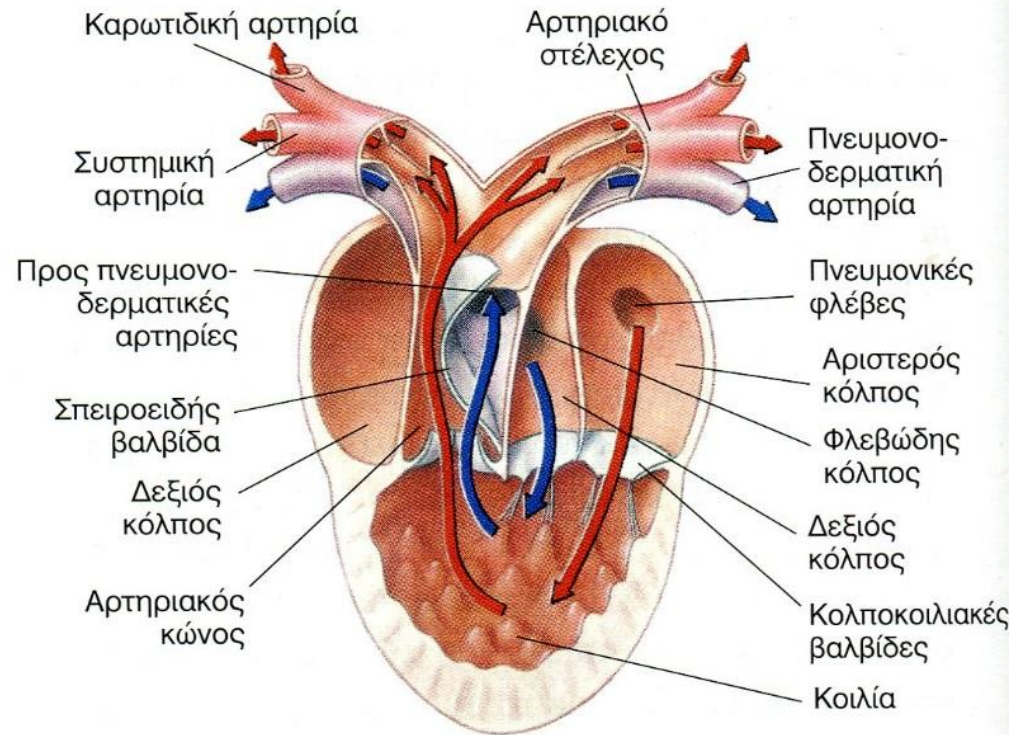


Κυκλοφορικό σύστημα 2/2

- Σωματική κυκλοφορία ή μεγάλη ή συστηματική.
- Αριστερός κόλπος στέλνει το οξυγονομένο αίμα στους ιστούς του σώματος
- Από τους ιστούς το αίμα οδηγείται στον φλεβώδη κόλπο και από εκεί στον δεξιό κόλπο
- Σύσπαση των δύο κόλπων ασύγχρονα στέλνει το αίμα στην κοιλία
- Η σπειροειδής βαλβίδα αποτρέπει την ανάμειξη του καθαρού με το ακάθαρτο αίμα, διαχωρίζοντας την σωματική από την πνευμονική ροή στον αρτηριακό κώνο.



Δομή καρδιάς στο βάτραχο



Εικόνα 25.20

Δομή της καρδιάς ενός βατράχου. Κόκκινα βέλη, οξυγονωμένο αίμα. Μπλε βέλη, αποξυγονωμένο αίμα.

30

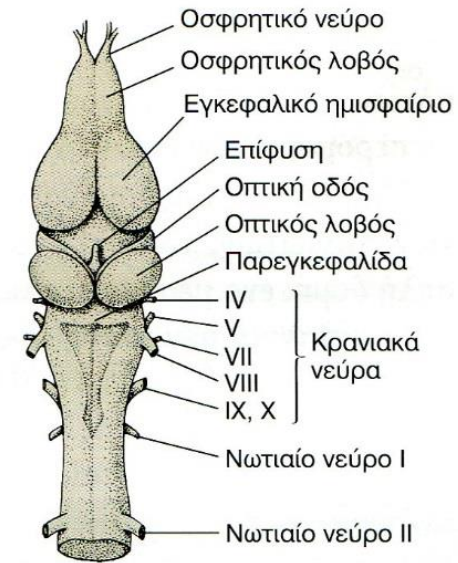


Νευρικό σύστημα Αισθητήρια

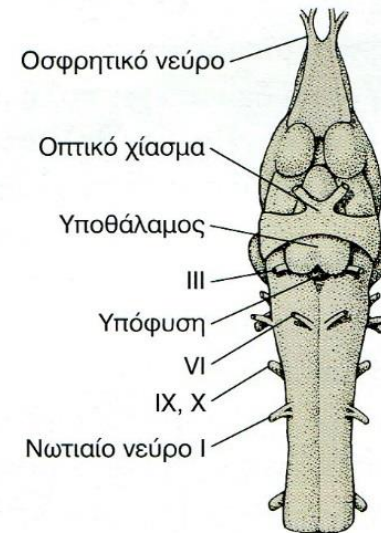
- Τελεγκέφαλος ή προσεγκέφαλος – όσφρηση.
- Μεσεγκέφαλος – όραση.
- Οπισθεγκέφαλος ή ρομβεγκέφαλος – ακοή, ισορροπία- διαιρείται σε παρεγκεφαλίδα και προμήκη μυελό.
- Σημαντικές εξελικτικές αλλαγές λόγω αλλαγής τρόπου διαβίωσης.



Νευρικό σύστημα



Ραχιαία όψη



Κοιλιακή όψη

Εικόνα 25.21

Εγκέφαλος
βατράχου, ραχιαία
και κοιλιακή όψη.



Αισθητήρια 1/3

- Ανεπτυγμένη όσφρηση.
- Ανεπτυγμένη όραση.
- Μη ανεπτυγμένη παρεγκεφαλίδα (έλεγχος μυϊκού τόνου –συντονισμού- και ισορροπίας).

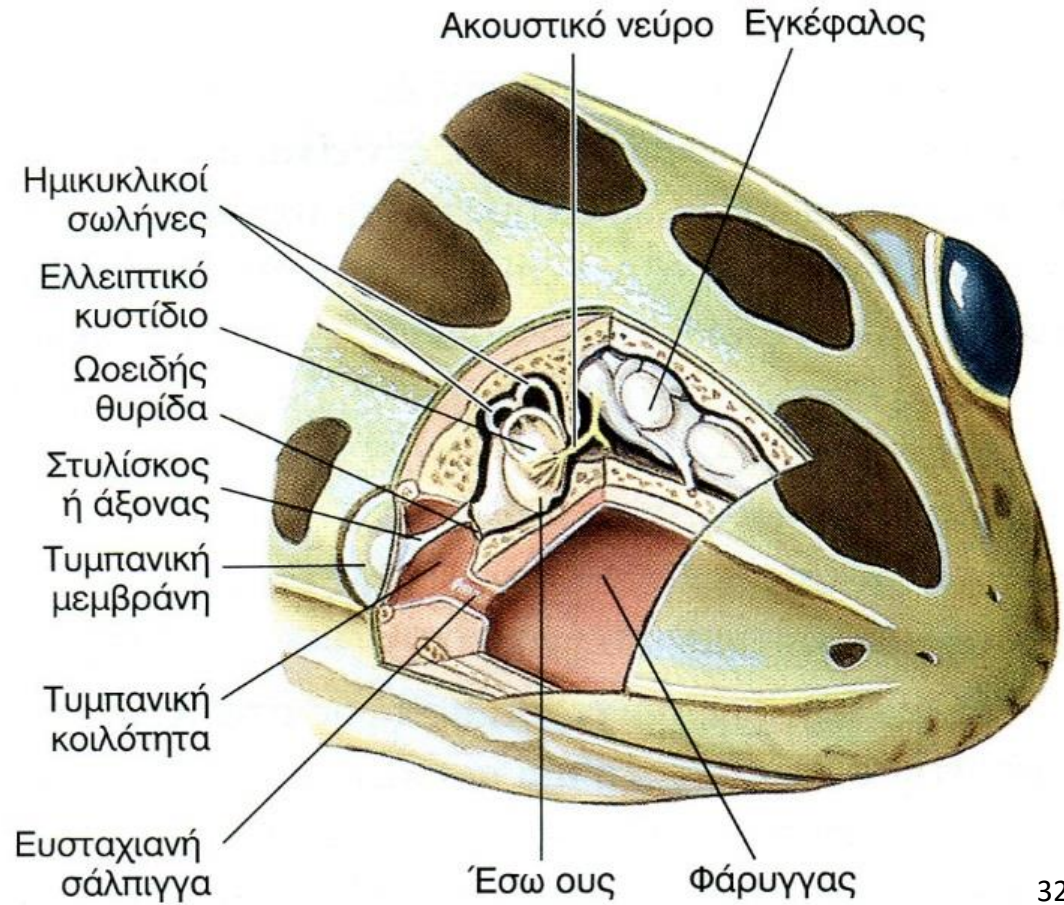


Αισθητήρια 2/3

- Πλευρική γραμμή παρούσα μόνο στις προνύμφες.
- Αντικατάσταση από το αυτί.
- Τυμπανική μεμβράνη, μέσο αυτί με τον στυλίσκο ή άξονα -αναβολέας- για μεταφορά των δονήσεων στο έσω αυτί.
- Ελλειπτικό κυστίδιο τρεις ημικυκλικοί σωλήνες, σφαιρικό κυστίδιο με εγκόλπωμα, την λάγηνο. Καλυπτήρια μεμβράνη παρόμοια με τον κοχλία των Θηλαστικών.
- Ευαισθησία μέχρι 4000Hz.



Αισθητήρια 3/3



Όραση 1/2

- Ανάπτυξη βλεφάρων και δακρυϊκών αδένων.
- Κερατοειδής βασική διαθλαστική επιφάνεια, εστίαση στον αμφιβληστροειδή.
- Ρύθμιση εστίασης σε κοντινά και μακρινά αντικείμενα με μετακίνηση των φακών (όπως τα ψάρια).
- Σε ηρεμία βλέπουν μακρινά αντικείμενα. Μετακίνηση φακών προς τα εμπρός για εστίαση σε κοντινά (αντίθετα από τα ψάρια).

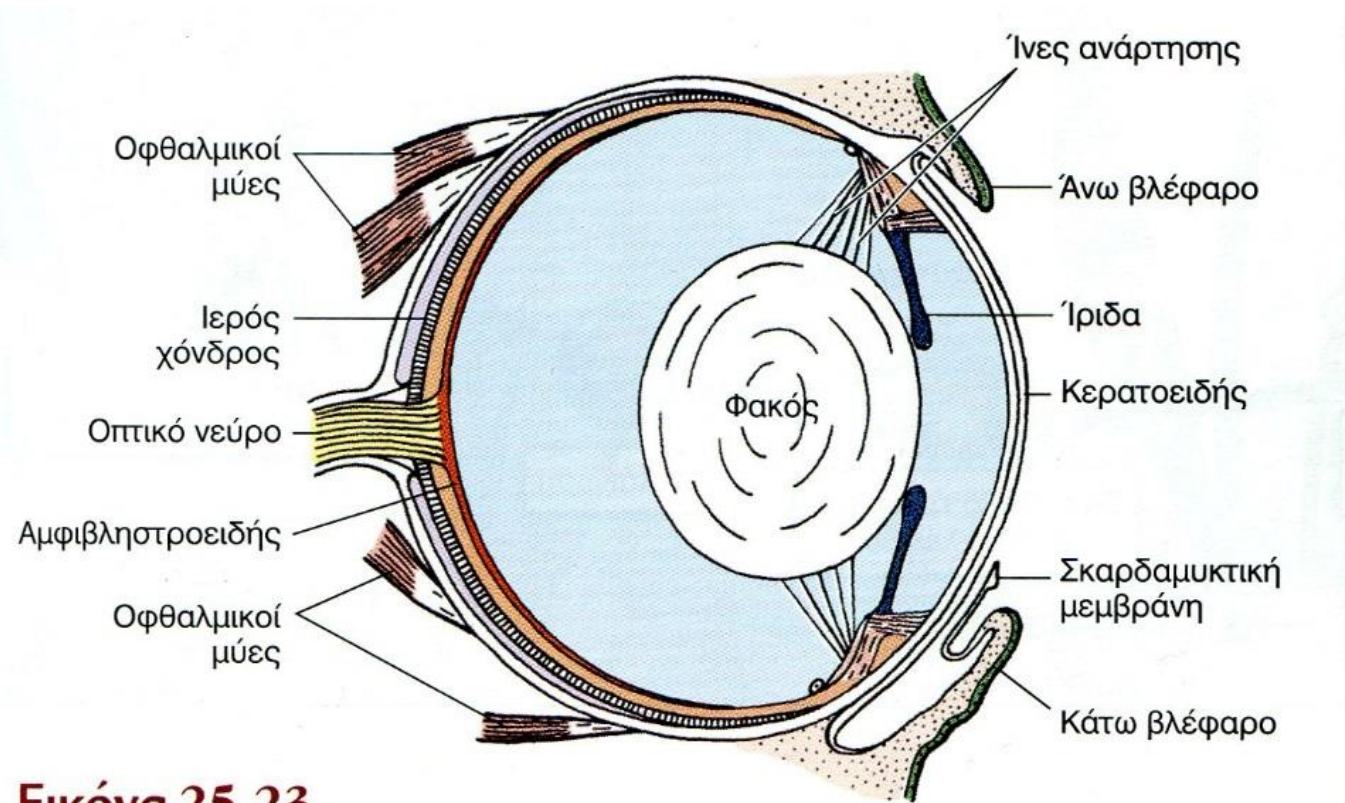


Όραση 2/2

- Αμφιβληστροειδής.
- Ραβδία (όραση σε αμυδρό φως).
- Κωνία (οπτική οξύτητα, αντίληψη χρωμάτων).
- Απτικοί υποδοχείς δερμικοί, γευστικοί κάλυκες, ανεπτυγμένο οσφρητικό επιθήλιο.



Οφθαλμός αμφιβίου



Εικόνα 25.23

Οφθαλμός αμφιβίου.

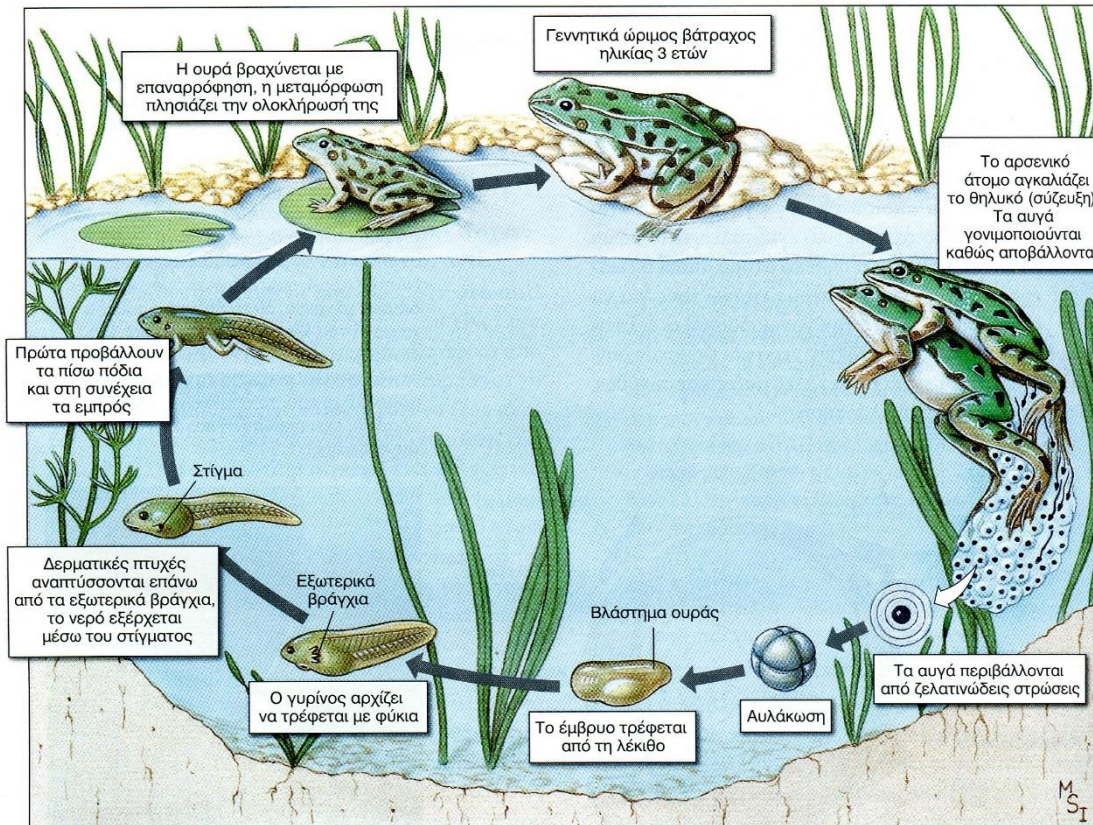


Αναπαραγωγή

- Θερμές εποχές.
- Κοασμοί.
- Συζευκτικός εναγκαλισμός.
- Εξωτερική γονιμοποίηση με επίβρεξη.
- Απόθεση αυγών.



Κύκλος ζωής του λεοπαρδοβάτραχου



Εικόνα 25.25

Κύκλος ζωής ενός λεοπαρδοβάτραχου.

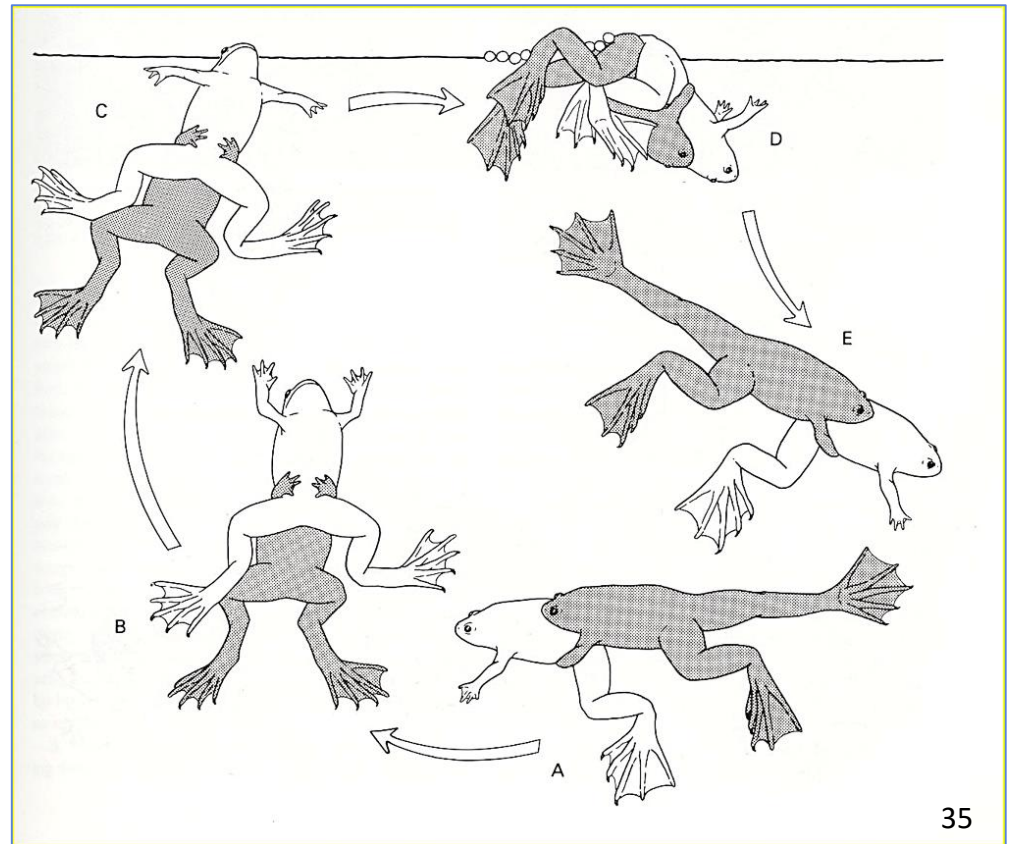
34



Hymenachirus boettgeri

Διαδικασία της ωαπόθεσης (αρσ. γκρι χρώμα)

- A. Κάθονται στο βυθό.
- B. Ανεβαίνουν.
- C. Αναπνέουν (βυθίζονται λίγο πριν την αναστροφή).
- D. Αναστρέφονται και το θηλυκό ωαποθέτει.
- E. Ξαναγυρίζουν στην προηγούμενη θέση τους και κατεβαίνουν.



35



Pseudacris triseriata

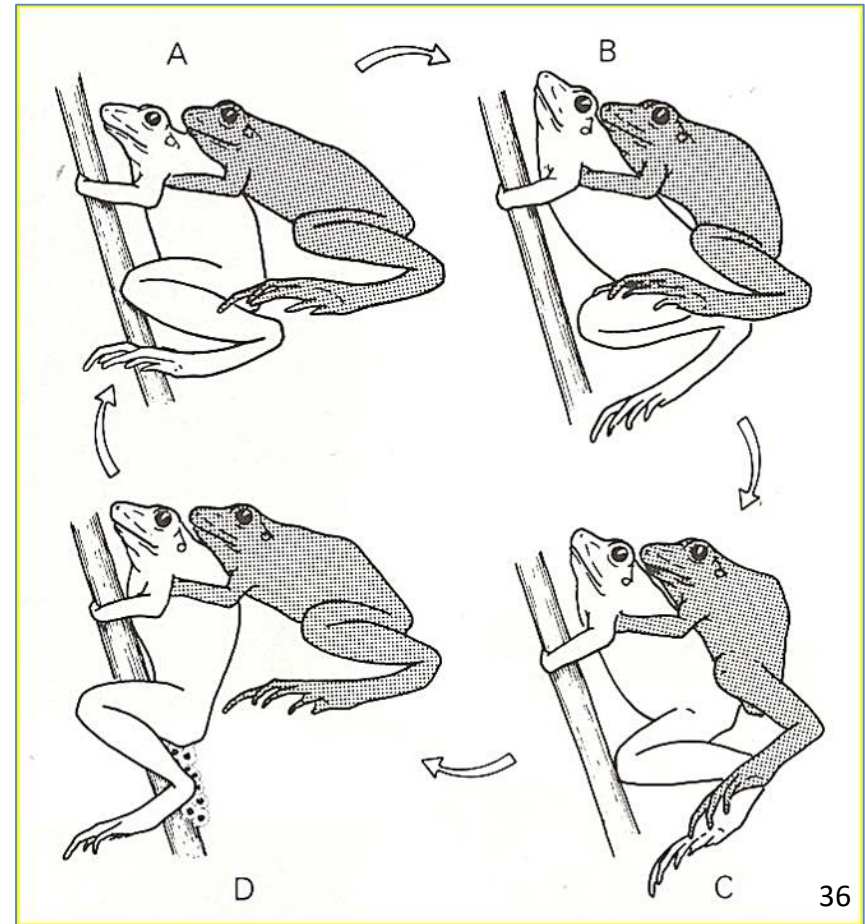
Διαδικασία της ωαπόθεσης (αρσ. γκρι χρώμα)

A. Προστατευτική στάση του αρσενικού, καθώς το θηλυκό κρατιέται από ένα στέλεχος μέσα στο νερό.

B. Κύρτωση του ραχιαίου πίσω μέρους του σώματος του θηλυκού.

C. Καθώς αρχίζει η ωαπόθεση, το αρσενικό πιέζει προς τα κάτω.

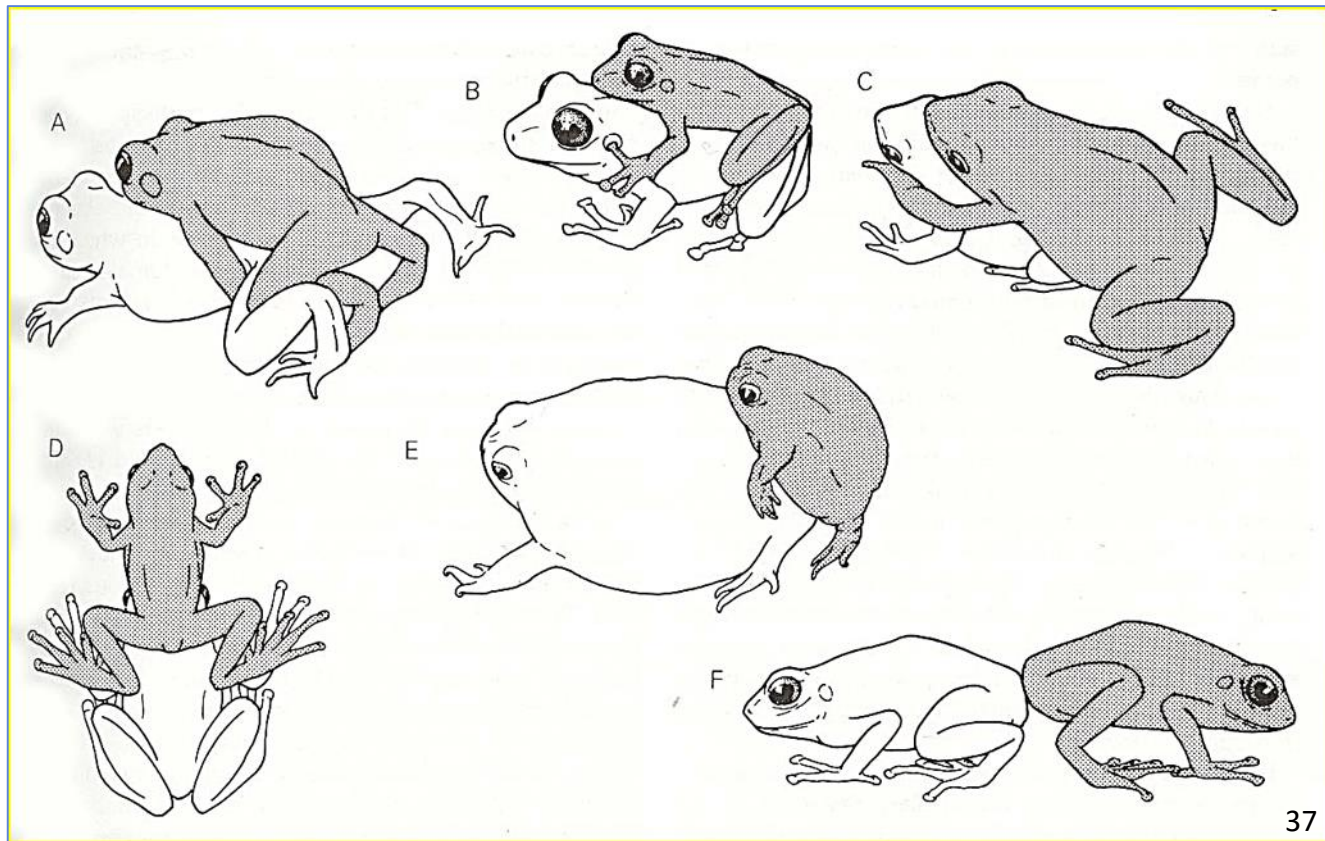
D. Προσκόλληση των αυγών στο στέλεχος.



36



Τύποι Συζευκτικού εναγκαλισμού στα Άνουρα.

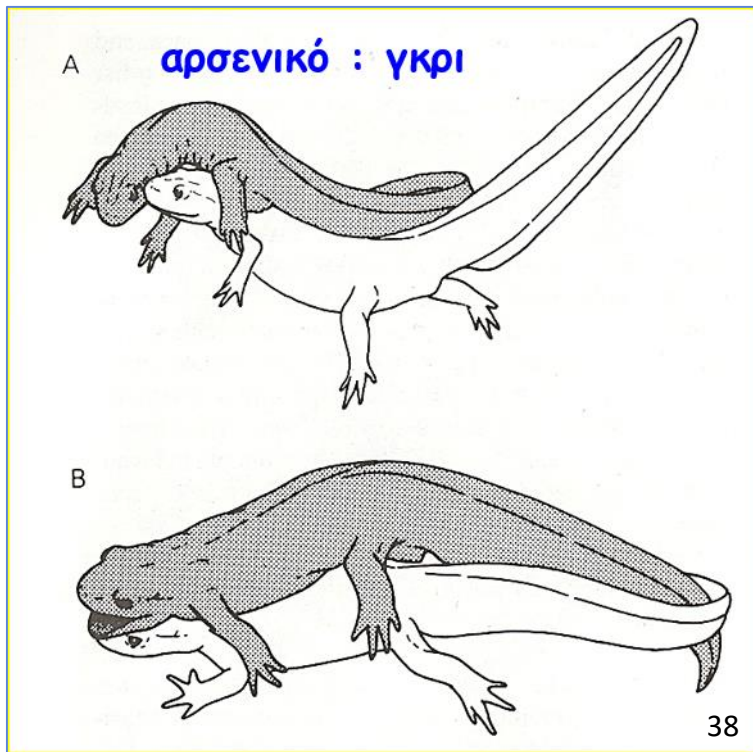


37

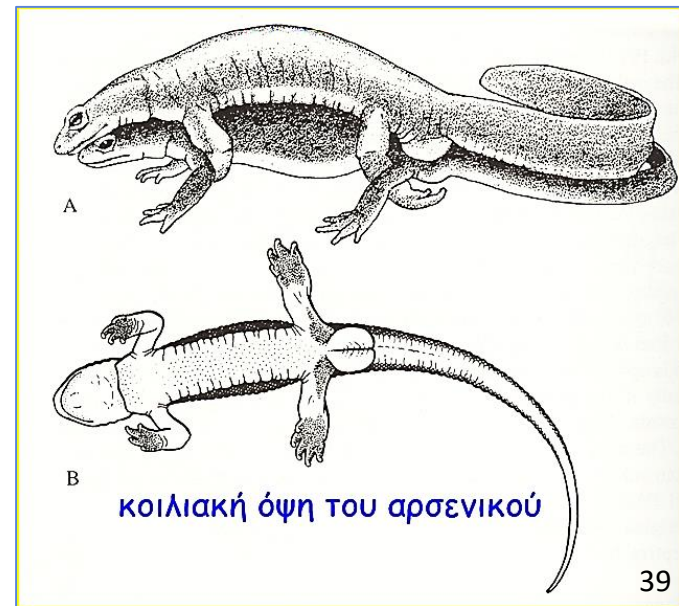


Σύζευξη 1/2

Συλληπτήριες στάσεις κατά την Σύζευξη.



Σύζευξη Σαλαμανδρών (το αρσενικό επάνω).

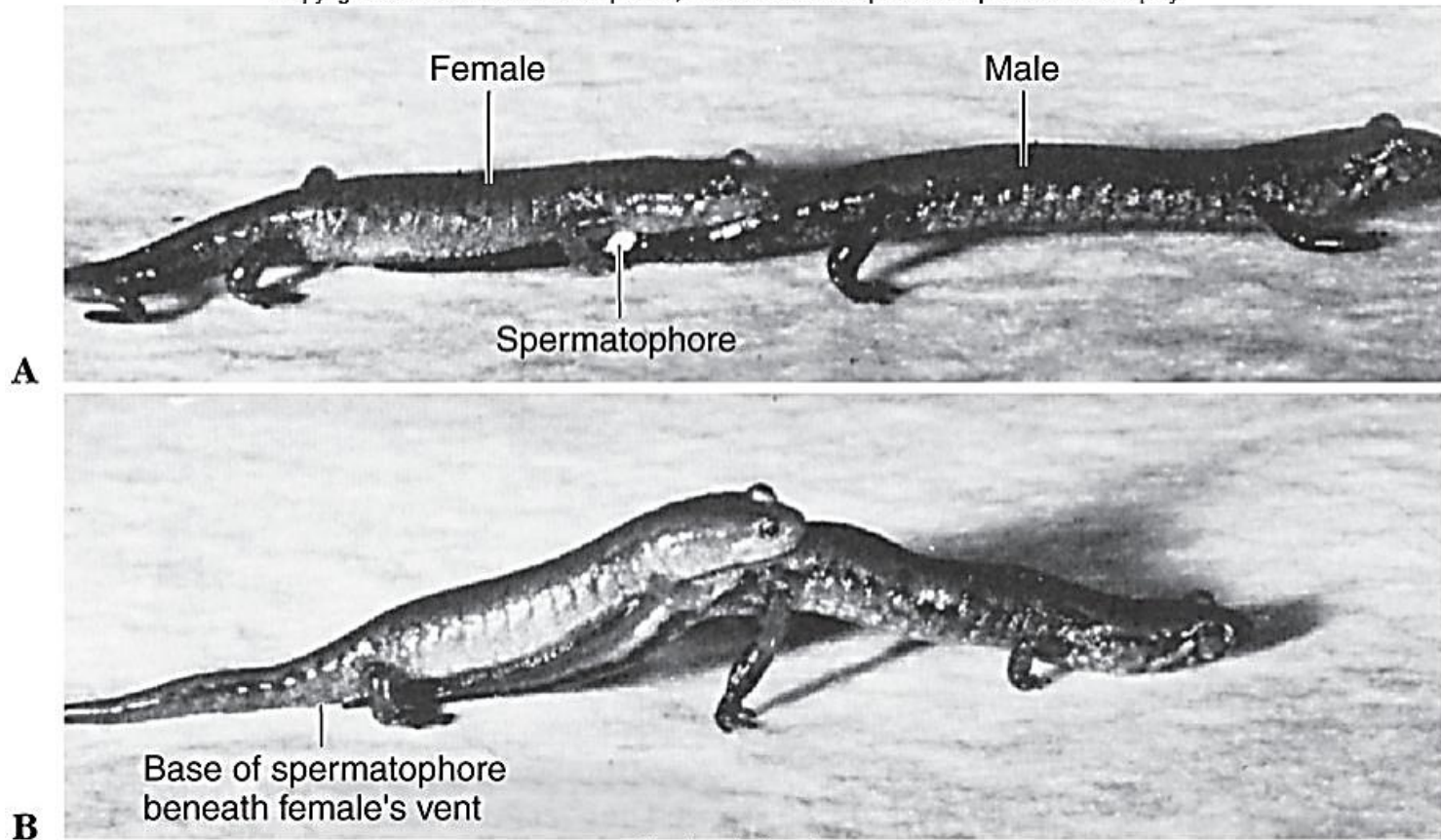


Δευτερεύοντες φυλετικοί χαρακτήρες κατά την αναπαραγωγική περίοδο.



Σύζευξη 2/2

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

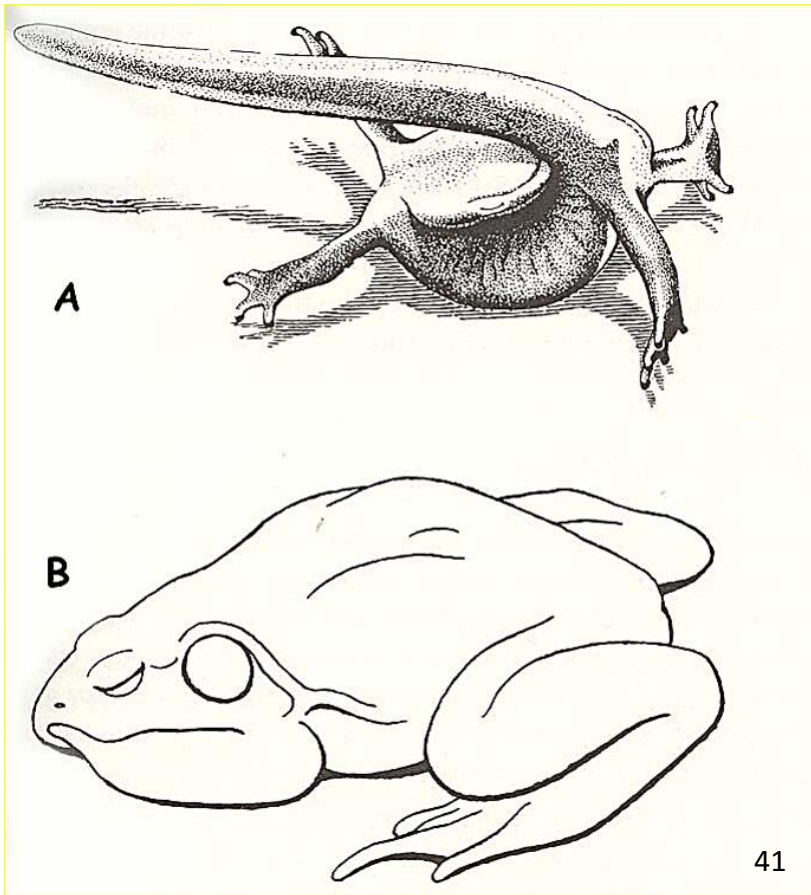


Courtesy L. Houck

40



Αμυντική στάση



A. Αμυντική στάση
Σαλαμάνδρας.

B. Αμυντική στάση
Βατράχου.

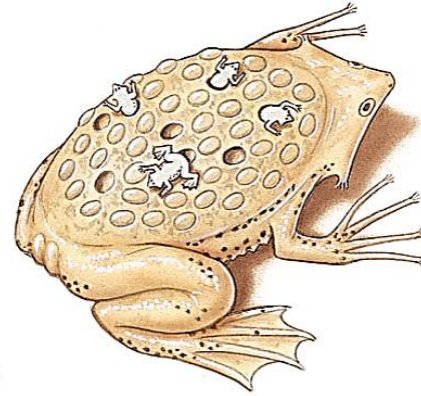


Αναπαραγωγικές στρατηγικές

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



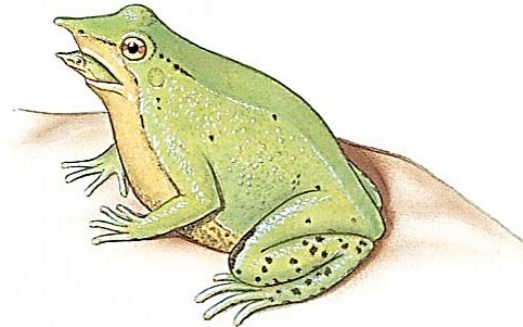
A



B



C



D

42



Τέλος Παρουσίασης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ρόζα – Μαρία Τζαννετάτου Πολυμένη, Επίκουρη Καθηγήτρια. «Ζωολογία II. Ενότητα 2. Αμφίβια». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL1/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 1/6

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- Εικόνα 1. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 2. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 3. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tiktaalik>. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- Εικόνα 4. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 5. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 6. Copyrighted. 1996. Γενική Ζωολογία Όντρια Χ. Ιωάννη.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 2/6

- Εικόνα 7. Copyrighted. 1996. Γενική Ζωολογία Όντρια Χ. Ιωάννη.
- Εικόνα 8. Iberian Tree Frog *Hyla molleri*, Gironde. Matthieu Berroneau © All rights reserved. Σύνδεσμος: <http://flickrhivemind.net/Tags/amphibian,arborea/Interesting>. Πηγή: <http://flickrhivemind.net/>.
- Εικόνα 9. Copyright Jan Sevcik. www.naturfoto.cz. Σύνδεσμος: http://www.naturephoto-cz.com/epidalea-calamita-photo_lat-1966.html. Πηγή: <http://www.naturephoto-cz.com>.
- Εικόνα 10. Copyright Wolfgang deMuttländer. Σύνδεσμος: <http://www.natur-portrait.de/foto-42736-blasmusik.html>. Πηγή: <http://www.natur-portrait.de>.
- Εικόνα 11. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 12. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 13. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 3/6

- Εικόνα 14. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 15. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 16. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 17. Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 18. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 19. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 4/6

- Εικόνα 20. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 21. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 22. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 23. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 24. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 25. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 5/6

- Εικόνα 26. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 27. Copyrighted.
- Εικόνα 28. Copyrighted.
- Εικόνα 29. Πηγή: Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 30. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 31. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 32. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 33. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 6/6

- Εικόνα 34. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- Εικόνα 35. Πηγή: Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 36. Πηγή: Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 37. Πηγή: Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 38. Πηγή: Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 39. Πηγή: Biology of Amphibians William E. Duellman and Linda Trueb. The Johns Hopkins University Press Copyright 1986 by William E. Duellman and Linda Trueb.
- Εικόνα 40. Ίδια εικόνα με εικόνα 15.
- Εικόνα 41. Copyrighted.
- Εικόνα 42. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

